

УДК 664.8.036:634.721

А.Н. Расщепкин, И.А. Короткий, Е.В. Короткая**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ
НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯГОД ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ**

Исследовано влияние режимов замораживания и низкотемпературного хранения ягод черной смородины различных сортов на их качественные показатели. Определено влияние низкотемпературной обработки на сохранность сахаров, витамина С, титруемую кислотность, содержание свободной влаги в ягодах черной смородины, а также на объективный показатель вкуса ягод, подвергавшихся низкотемпературной обработке и хранению. Проведенные исследования позволили выявить режимы низкотемпературной обработки и хранения, способствующие наилучшим образом сохранению исследованных качественных показателей ягод черной смородины.

Черная смородина, сахара, титруемая кислотность, объективный показатель вкуса, замораживание, хранение.

Введение

Дефицит витаминов и минеральных веществ является в настоящее время наиболее распространенным и одновременно наиболее опасным для здоровья отклонением питания от рациональных, физиологически обоснованных норм [1].

Ягоды, являясь природным концентратом биологически активных веществ, при поступлении в организм человека проявляют физиологически активные свойства и существенно влияют на обмен веществ и его жизнедеятельность. Ягоды черной смородины содержат до 13 % сахаров, 1,5÷3 % кислот, до 1 % пектина, дубильные и красящие вещества, соли калия, натрия, кальция, магния, железа, марганца, фосфора, что и определяет их высокие вкусовые и пищевые достоинства. Смородина черная – одно из самых ценных витаминосодержащих растений российской флоры. Особенно она богата аскорбиновой кислотой – ягоды некоторых сортов накапливают от 1,4 до 4 % этого соединения (дикорастущие формы – до 0,4 %). Помимо витамина С, плоды содержат значительное количество витаминов группы В и Р, а также провитамина А (каротина) – до 0,003 %. Исключительная ценность ягод смородины объясняется тем, что содержащиеся в них в больших количествах витамины С и Р взаимно усиливают лечебные свойства. В ягодах черной смородины содержатся стойкие формы витамина С, который мало разрушается под действием высоких или низких температур [2].

Замораживание является одним из наиболее простых и распространенных методов консервирования влагосодержащих продуктов. Замораживание продукта предусматривает его охлаждение до температуры, значительно более низкой, чем соответствующая температура замерзания. Замороженные пищевые продукты и сырье можно сохранять в течение многих месяцев, то есть значительно дольше, чем при использовании умеренно пониженных температур. Это объясняется не только чисто количественной разницей в низкотемпературном уровне процессов замораживания и холодильного хранения, но и тем, что в замороженных продуктах большая часть влаги находится в твердом состоянии. Поэтому микроорганизмы, питание которых происходит осмотическим

путем – всасыванием жидких питательных сред, лишаются возможности использовать отвердевшие пищевые продукты, содержащие весьма небольшую долю влаги в жидком состоянии.

В замороженных продуктах лучше, чем в консервированных любым другим способом, сохраняются основные компоненты, определяющие пищевую ценность, в том числе и такие лабильные, как витамины, полифенолы и др. По органолептическим показателям – вкусу, аромату, цвету, внешнему виду замороженные продукты мало отличаются от свежих.

В замороженных ягодах происходят некоторые химические изменения: инвертируется сахароза, несколько увеличивается кислотность, снижается количество дубильных веществ. Однако эти изменения не приводят к сколько-нибудь заметному ухудшению качества продукта, а скорость этих изменений замедляется по мере понижения температуры, низкотемпературной обработки и хранения.

Замораживание и происходящее при этом образование кристаллов льда приводит к разрушению структуры продукта. Интенсивность и характер изменений в продукте при замораживании зависят от условий и параметров процесса, а также от качественных характеристик пищевых продуктов. Чем выше скорость замораживания, тем большее количество центров кристаллизации образуется и тем выше скорость кристаллизации. При этом в результате процесса замораживания образуется более мелкая микрокристаллическая структура [3].

У продуктов, обладающих тканевой структурой, содержание растворенных веществ во влаге межклеточного пространства обычно ниже, чем в клеточной влаге. Поэтому как при быстром, так и при медленном замораживании кристаллики льда начинают образовываться сначала в межклеточном пространстве. Вследствие вымерзания воды концентрация раствора межклеточного пространства возрастает. Если замораживание производится медленно, то благодаря разнице концентраций внутриклеточной и внеклеточной влаги вода клеток частично диффундирует в межклеточное пространство к уже образовавшимся кристаллическим зародышам. Поскольку размеры образовавшихся в межклеточном пространстве кристалли-

ков льда увеличиваются за счет уменьшения клеточного влагосодержания, клетки высыхают. Этому способствует также и то, что во время заморозания объем воды увеличивается примерно на 10 % и образовавшиеся в межклеточном пространстве кристаллики оказывают на клетки механическое давление [4].

На качество замороженных продуктов, кроме того, оказывают большое влияние температура и продолжительность хранения. Таким образом, при разработке технологий низкотемпературного консервирования ягод помимо исследования влияния технологических режимов низкотемпературной обработки необходимо также исследовать и влияние режимов низкотемпературного хранения на качественные показатели этих пищевых продуктов.

Объект и методы исследования

Объектом исследования были ягоды черной смородины сортов, наиболее распространенных в Кемеровской области, это: «Память Лисавенко», «Память Шукшина» (Олимпийская), «Пушистая», «Сеянец голубки», «Черный жемчуг», «Краса Алтая».

Замораживание ягод производили следующим образом [5]:

1. В скороморозильном аппарате (СКМ) ягоды выкладывались на сетчатый поддон. Через слой ягод вентилятором прогонялся поток воздуха, скорость которого составляла 4 м/с при температуре -40°C . Ягода замораживалась до конечной температуры в геометрическом центре $-12, -18, -24^{\circ}\text{C}$.

2. При естественной конвекции (ЕК) в низкотемпературной холодильной камере в слое ягоды 4 см при температуре воздуха $-12, -18, -24^{\circ}\text{C}$.

Замороженную продукцию упаковывали в полиэтиленовые пакеты по 0,2 кг и хранили в низкотемпературных холодильных камерах при соответствующих температурах. Перед анализом ягода размораживалась в холодильной камере при температуре $+4^{\circ}\text{C}$.

Замороженные ягоды черной смородины исследовали по следующим показателям.

Общее содержание сухих веществ и влажности – высушиванием до постоянной массы при температуре 105°C .

Суммарное содержание органических кислот – титриметрическим методом по ГОСТ 6687.4-86 и ГОСТ 5624-63, а также ГОСТ 25555.0-82.

Активную кислотность (рН) определяли потенциометрическим методом на ионметре И-130 согласно ГОСТ 26188-84.

Количественное определение сахаров (редуцирующих и сахарозы) в ягодах – феррицианидным методом и по ГОСТ 8756.13-87.

Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах определяли по ГОСТ 7047-66 методом йодометрического титрования.

Содержание пектиновых веществ в ягодах определяли по ГОСТ 29059-91 титриметрическим методом, а также гравиметрическим методом. Пектиновые вещества экстрагировали последовательно водой при температуре $+45^{\circ}\text{C}$, получали водорастворимую фракцию (фракция 1), а также 0,01 н раство-

ром HCl и 0,25M ацетатом натрия, получали протопектин (фракция 2). Затем определяли общее количество пектиновых веществ ($\Sigma\text{ПВ}$).

Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что из сортов черной смородины, выращиваемых в Кемеровской области, наилучшим образом для замораживания подходят ягоды черной смородины сорта «Память Лисавенко». Ягоды этого сорта отличались наибольшим содержанием и сохранностью в замороженном состоянии пектиновых веществ и сахаров, а также наименьшими потерями связанной влаги [6].

Исследовали влияние режимов замораживания и низкотемпературного хранения на качественные характеристики ягод черной смородины сорта «Память Лисавенко».

Установлено, что при замораживании и низкотемпературном хранении ягод черной смородины при всех температурных режимах наблюдается некоторое увеличение содержания моносахаров, что можно объяснить гидролизом сахарозы, общее же количество сахаров уменьшается (табл. 1, рис. 1).

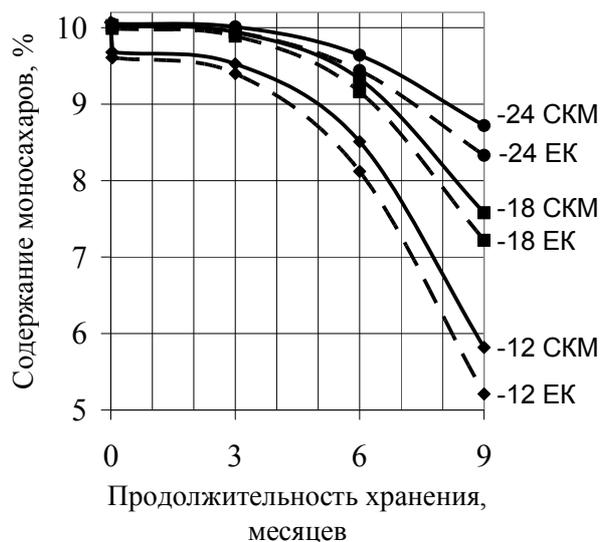


Рис. 1. Изменение содержания сахаров в замороженных ягодах черной смородины сорта «Память Лисавенко» в процессе низкотемпературного хранения

В наибольшей степени на сохранность сахаров оказывает влияние температура хранения замороженных ягод. Потери сахаров при хранении замороженных ягод в течение 9 месяцев при температуре -12°C составили от 48 до 53 %, в то же время потери сахаров у ягод, хранившихся при температуре -24°C составили 20÷26 %, при температуре хранения -18°C общие потери сахаров составили 32÷38 % от исходного уровня. Условия замораживания не оказывают значительного влияния на сохранность сахаров. При быстром замораживании сохранность сахаров на 2÷4 % выше, чем при замораживании в условиях естественной конвекции.

Таблица 1

Изменение содержания сахаров при низкотемпературной обработке ягод черной смородины сорта «Память Лисавенко»

Состояние ягод		Массовая доля сахаров, % ($\bar{X} \pm 0,02$ %)			
		Исходное содержание		После замораживания	
		моносахара	общие	моносахара	общие
Замороженные при -12 °С	ЕК	10,07	11,67	9,61	10,7
	СКМ	10,07	11,67	9,55	10,98
Замороженные при -18 °С	ЕК	10,07	11,67	9,99	11,30
	СКМ	10,07	11,67	10,05	11,44
Замороженные при -24 °С	ЕК	10,07	11,67	10,02	11,57
	СКМ	10,07	11,67	10,03	11,65

Изменение титруемой кислотности ягод (в пересчете на яблочную кислоту) при замораживании и хранении представлено на рис. 2. Титруемая кислотность в процессе замораживания увеличилась на 1,2÷14,7 %. Через 9 месяцев хранения титруемая кислотность увеличилась на 16,5÷29,4 % в зависимости от условий замораживания и хранения. Активная кислотность (рН) при различных температурах замораживания и хранения менялась незначительно.

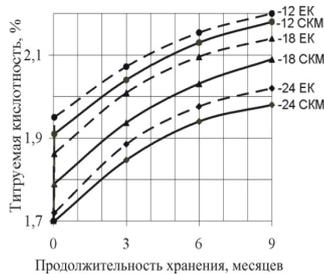


Рис. 2. Изменение титруемой кислотности ягод черной смородины сорта «Память Лисавенко» в процессе низкотемпературного хранения

Гармоничное сочетание сахаров и кислот в значительной степени определяет вкус ягод. Отношение количества сахаров к титруемой кислотности принято называть объективным показателем вкуса (ОПВ). В процессе хранения снижалось содержание сахаров и увеличивалась кислотность, что приводило к уменьшению ОПВ (рис. 3).

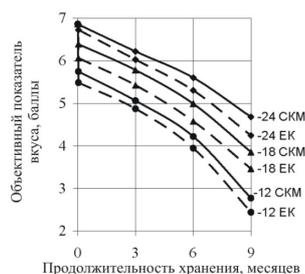


Рис. 3. Изменение объективного показателя вкуса (ОПВ) в процессе хранения замороженных ягод сорта «Память Лисавенко»

Наиболее благоприятное сочетание сахаров и кислотности отмечено у ягод, замороженных в скороморозильном аппарате при температуре -24 °С. Через 3 месяца хранения лучший ОПВ наблюдался у ягод, замороженных при температуре -24 и -18 °С в скороморозильном аппарате и в условиях естественной конвекции — при -24 °С. После 9 месяцев хранения наилучший ОПВ был у ягод, замороженных в скороморозильном аппарате и хранившихся при температуре -24 °С. Исходя из этого можно сделать вывод, что ОПВ зависит от условий замораживания: ягоды, замороженные в скороморозильном аппарате, имеют более высокий ОПВ, чем ягоды, замороженные в условиях естественной конвекции при различных температурах.

Во время хранения изменяется витаминный состав ягод. Наибольшим изменениям подвергается витамин С (рис. 4).

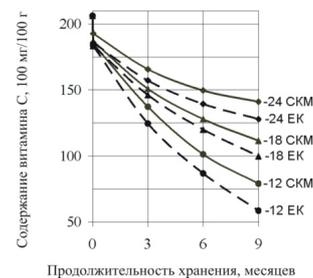


Рис. 4. Изменение содержания витамина С в процессе хранения ягод черной смородины сорта «Память Лисавенко»

Динамика изменения содержания витамина С в замороженных ягодах черной смородины приведена на рис. 4. Потери витамина С непосредственно при замораживании составили от 6,5 до 11 %. Степень разрушения витамина С зависела от конечной температуры замораживания: чем она ниже, тем лучше он сохраняется. Наиболее полно (до 68 % от первоначального содержания) сохраняется витамин С у ягод, замороженных и хранившихся при температуре -24 °С. Наименьшее содержание витамина С отмечено у ягод, замороженных в условиях естественной конвекции при температуре -12 °С, через 9 месяцев хранения оно составило 28,4 % от исходного состояния.

При замораживании в условиях естественной конвекции наблюдается значительное увеличение свободной влаги до 67 % при температуре замораживания -12 °С, при быстром замораживании изменения в содержании свободной влаги незначительны, и они тем меньше, чем ниже температура замораживания. Установлено, что на содержание свободной влаги существенно влияет не только скорость замораживания, но и температура хранения замороженных ягод. Чем она ниже, тем меньше рост содержания свободной влаги. Содержание свободной влаги в свежих и замороженных ягодах черной смородины представлено в табл. 2 и на рис. 5.

Таблица 2

Изменение содержания свободной влаги при низкотемпературной обработке ягод черной смородины

Состояние ягод		Массовая доля свободной влаги, % ($\bar{X} \pm 0,1$ %)	
		Исходное содержание	Сразу после замораживания
Замороженные при -12 °С	ЕК	46,0	49,1
	СКМ	46,0	48,0
Замороженные при -18 °С	ЕК	46,0	46,7
	СКМ	46,0	46,2
Замороженные при -24 °С	ЕК	46,0	46,5
	СКМ	46,0	46,1

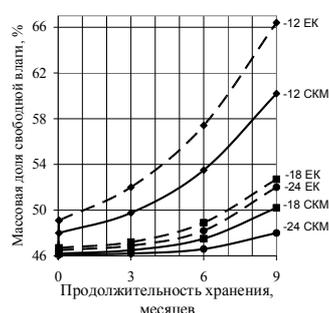


Рис. 5. Изменение содержания свободной влаги в процессе хранения ягод черной смородины сорта «Память Лисавенко»

Понижение температуры хранения замедляет биохимические процессы, происходящие в замороженных ягодах, соответственно, снижается интенсивность гидролиза сахаров и разрушение витамина С. Таким образом понижение температуры замораживания и хранения ягод черной смородины ведет к повышению ОПВ.

Повышение интенсивности низкотемпературной обработки – использование вынужденной конвекции при замораживании ягод способствует сохранению их лучшей влагоудерживающей способности, так как при этом уменьшается диффузия влаги через клеточные мембраны и сохраняется целостность самих клеточных мембран. Хранение ягод черной смородины при субэвтектических температурах позволяет значительно замедлить явление рекристаллизации и роста кристаллов льда, что также останавливает процессы обезвоживания клеток и сохраняет клеточные мембраны в исходном состоянии.

Выводы

Таким образом, наилучшему сохранению качественных показателей ягод способствует замораживание их в скороморозильном аппарате до температуры от -24 до -18 °С и хранение герметично упакованной ягоды в температурном режиме от -24 до -18 °С, причем колебания температуры хранения должны быть минимальными.

Список литературы

1. Спиричев, В.Б. Медико-биологические аспекты обогащения пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В.Б. Спиричев // Федеральные и региональные аспекты политики здорового питания: материалы Междунар. симпозиума. – Новосибирск: Сиб. ун-в. изд-во, 2002. – С. 45–66.
2. Губанов, И.А. Энциклопедия природы России. Пищевые растения / И.А. Губанов. – М.: 1996. – 556 с.
3. Алмаши, Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 408 с.
4. Грубы, Я. Производство замороженных продуктов / Я. Грубы. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
5. Короткий, И.А. Процессы замораживания ягод черной смородины / И.А. Короткий, Е.В. Короткая, Е.А. Ибрагимова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 3. – С. 8–9.
6. Короткая, Е.В. Влияние замораживания на физико-химические показатели ягод черной смородины / Е.В. Короткая, И.А. Короткий // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 3. – С. 15–17.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел/факс: (3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

A.N. Raschepkin, I.A. Korotkiy, E.V. Korotkaya

**INFLUENCE OF LOW-TEMPERATURE PROCESSING
ON BLACKCURRANTS QUALITY FACTORS**

The influence of freezing regimes and low-temperature storage of different blackcurrant varieties on their quality factors is investigated. The influence of low-temperature processing on sugar and vitamin C preservation, titratable acidity, free moisture content in blackcurrant berries, as well as the objective taste factor of the berries has been determined. Studies have revealed low-temperature regimes of processing and storage, allowing the best manner of keeping blackcurrant quality factors studied.

Blackcurrants, sugar, titratable acidity, objective taste factor, freezing, storage.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology,
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40,
e-mail: office@kemtipp.ru

Дата поступления: 14.11.2013

